

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

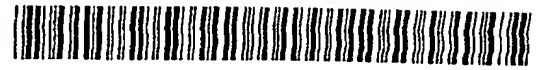
Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**





⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 28 433 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 41 J 2/07**  
B 41 M 5/00

⑳ Aktenzeichen: P 43 28 433.7  
㉑ Anmeldetag: 24. 8. 93  
㉒ Offenlegungstag: 2. 3. 95

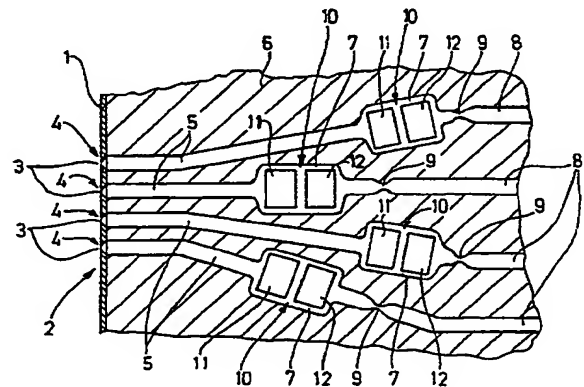
DE 43 28 433 A 1

㉓ Anmelder:  
Heidelberger Druckmaschinen AG, 69115  
Heidelberg, DE

㉔ Erfinder:  
Buschulte, Rainer, 76669 Bad Schönborn, DE

⑤4 Tintenstrahl-Spritzverfahren, sowie Tintenstrahl-Spritzvorrichtung

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Tintenstrahl-Spritzverfahren, bei dem in einer Düsenkammer befindliche Tinte oder dergleichen (Druckfarbe) mittels eines das Volumen der Düsenkammer verändernden Betätigungselements zur Erzeugung eines Druckbilds/Farbbilds herausgespritzt wird. Es ist vorgesehen, daß als Betätigungselement (10) mindestens zwei Aktuatoren (11, 12, 15) verwendet werden, die variabel wählbar zeitgleich oder mit einstellbar vorgebbbarer Zeitverschiebung/Phasenverschiebung/Phasenlage aktivierbar sind.



DE 43 28 433 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNESDRUCKEREI 01. 95 408 069/137

10/28

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Tintenstrahl-Spritzverfahren, bei dem in einer Düsenkammer befindliche Tinte oder dergleichen (Druckfarbe) mittels eines das Volumen der Düsenkammer verändernden Betätigungselements zur Erzeugung eines Druckbilds herausgespritzt wird.

Ein derartiges Tintenstrahl-Spritzverfahren (Impuls-Ink, Jet-Verfahren) ist bekannt. Nachteilig ist, die relativ grobe Auflösung durch zu große Tropfenvolumen der herausgespritzten Tinte. Dies führt dazu, daß durch "Tintenpunkt setzen oder nicht setzen" keine ausreichende Anzahl von Farbstufen je Farbe und Bildelement erzeugt werden können. Anzustreben sind ca. 100 Farbstufen pro Farbauszug. Ferner kann bei den bekannten Düsenanordnungen für das Anstreben einer geläufigen Reprorasterung (60 Linien/cm) die Tropfengröße nicht so variiert werden, wie es für einen qualitativ hochwertigen Druck notwendig wäre.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Tintenstrahl-Spritzverfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem eine sehr große Anzahl von Farbstufen erzielt werden können. Ferner besteht die Aufgabe, eine Tintenstrahl-Spritzvorrichtung zu schaffen, die die vorstehend genannten Nachteile überwindet.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß als Betätigungselement mindestens zwei Aktuatoren verwendet werden, die variabel wählbar zeitgleich oder mit einstellbar vorgebbarer Zeitverschiebung/Phasenlage aktivierbar sind. Durch diese Maßnahmen ist eine breite Einflußnahmemöglichkeit auf das Tropfenvolumen geschaffen. Werden beispielsweise die beiden Aktuatoren zeitgleich, also mit gleicher Phasenlage zueinander, angesteuert, so wird ein maximales Tropfenvolumen ausgestoßen. Erfolgt die Ansteuerung der beiden Aktuatoren zwar zeitgleich, jedoch mit gleich großen, entgegengesetzten Volumenänderungen (180° phasenversetzt), d. h., der eine Aktuator verkleinert das Volumen der Düsenkammer, während der andere Aktuator zur gleichen Zeit eine gleich große Vergrößerung des Volumens der Düsenkammer herbeiführt, so heben sich die beiden Wirkungen auf, so daß keine Druckfarbe verspritzt wird. Durch die Wahl der relativen Phasenlage der Ansteuerimpulse für die beiden Aktuatoren lassen sich zwischen diesen Extremen beliebige Zwischeneinstellungen erzeugen.

Nach einer Weiterbildung ist es vorteilhaft, wenn die beiden Aktuatoren jeweils variabel einstellbar vorgebbare Volumenänderungen erzeugen. Dies kann dadurch geschehen, daß gleichlang oder unterschiedlich lang wirkende Ansteuerimpulse für die beiden Aktuatoren eingesetzt werden und/oder daß die Ansteuerimpulse der beiden Aktuatoren gleich große oder unterschiedlich große Amplituden aufweisen. Auch ist es möglich, die Anfangszeitpunkte und/oder die Endzeitpunkte der beiden Ansteuerimpulse zu verändern, dies auch relativ zueinander.

Selbstverständlich können die vorstehend erwähnten Möglichkeiten (Phasenverschiebung, Impulslängen, Anfangs- und Endzeitpunkte der Impulse, sowie Impulsamplituden) alternativ oder in beliebiger Kombination miteinander eingesetzt werden.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Aktuatoren mittels Ansteuerimpulsen einer Aktuatoransteuerung mit ihren Eigenfrequenzen schwingen, bzw. mit Frequenzen schwingen, die etwa im

Bereich ihrer Eigenfrequenzen liegen. Dies hat eine erhebliche Steigerung der Tropfenerzeugungsgeschwindigkeit gegenüber den bekannten Verfahren zur Folge, da nach dem Stand der Technik stets nach der Erzeugung eines Tropfens das Ausschwingen des gesamten Tropfenerzeugersystems abgewartet werden muß, bevor ein neuer Tropfen erzeugt wird. Dies ist erforderlich, um bei unterschiedlicher Tropfensequenz einheitliche Ausgangsbedingungen zu schaffen. Bei der Erfindung hingegen ist das Ausschwingen des Systems nicht abzuwarten. Die Aktuatoren schwingen mit ihren Eigenfrequenzen, wobei sie dennoch nicht zwangsläufig Tropfen erzeugen müssen, da es wie vorstehend bereits erwähnt mittels entsprechender Ansteuerung (gegenphasig) möglich ist, daß sich die Aktuatorwirkungen aufheben. Soll eine Tropfensequenz ausgestoßen werden, so ist es lediglich erforderlich, die gegenphasigen Ansteuerimpulse in ihrer relativen Phasenlage derart zu verschieben, daß die gewünschte Tropfengröße ausgestoßen wird.

Die Erfindung betrifft ferner eine Tintenstrahl-Spritzvorrichtung mit einer Düsenkammer, der ein das Volumen der Düsenkammer veränderndes Betätigungselement zum Herausspritzen von in der Düsenkammer befindlicher Tinte oder dergleichen (Druckfarbe) zugeordnet ist, und mit einer Ansteuerung zur Aktivierung des Betätigungselements, wobei das Betätigungselement mindestens zwei Aktuatoren ausweist und die Ansteuerung in ihrer relativen Phasenlage zueinander wählbar veränderbare Ansteuerimpulse für die Aktuatoren liefert.

Nach einer Weiterbildung ist vorgesehen, daß die beiden Aktuatoren in der Düsenkammer angeordnet sind. Durch eine Volumenvergrößerung bzw. eine Volumenverkleinerung der Aktuatoren wird das für die Druckfarbe zur Verfügung stehende Volumen der Düsenkammer entsprechend verändert.

Es ist alternativ auch möglich, daß die Aktuatoren einen membranartigen Wandbereich der Düsenkammer beaufschlagen oder bilden. Durch Aktivierung eines Aktuators wird sein zugehöriger Wandbereich in der Form verändert, beispielsweise in das Innere der Düsenkammer hinein oder nach außen gewölbt, wodurch die gewünschte Volumenänderung zum Ansaugen bzw. Ausstoßen der Druckfarbe herbeigeführt ist.

Alternativ ist es natürlich auch möglich, daß ein Aktuator in der Düsenkammer angeordnet ist und daß der andere Aktuator einen membranartigen Wandbereich der Düsenkammer beaufschlägt oder bildet. Vorteilhaft ist es, wenn ein Aktuator die membranartigen Wandbereiche mindestens zweier, aneinandergrenzender Düsenkammern gleichzeitig beaufschlägt. Ein Aktuator steht somit für zwei Düsenkammern zur Verfügung, wobei jeder Düsenkammer noch ein weiterer Aktuator zugeordnet ist, so daß die beiden Düsenkammern insgesamt drei Aktuatoren ausweisen.

Vorzugsweise sind die Aktuatoren von Piezo-Elementen gebildet.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß von einem Tintenreservoir ein Tintenzuführkanal in die Düsenkammer mündet. Im Mündungsbereich des Tintenzuführkanals in die Düsenkammer hinein ist eine Rückflußdrossel angeordnet. Diese verhindert, daß bei einer Kontraktion der Düsenkammer bzw. bei einer Volumenverkleinerung der Düsenkammer die Druckfarbe nicht im wesentlichen in das Reservoir zurückgesperrt wird, sondern aus der Spritzdüse austritt.

Die Düsenkammer ist — wie erwähnt — für den ge-

richteten Austritt der Tropfen mit einer Spritzdüse verbunden. Diese Spritzdüse befindet sich bevorzugt an einem Düsenkopf, insbesondere an einer Düsenplatte bzw. wird sie dort mittels einer entsprechenden Bohrung der Platte ausgebildet.

Schließlich ist es vorteilhaft, wenn der Düsenkopf mehrere Spritzdüsen, insbesondere in Nebeneinanderanordnung, aufweist, die jeweils mit einer Düsenkammer verbunden sind. Jeder dieser Düsenkammern sind wiederum zwei Aktuatoren zugeordnet. Aufgrund dieser Mehrfachanordnung ist es möglich, mehrere Farben einzusetzen, d. h., ein Mehrfarbenbild zu erzeugen.

Die Zeichnungen veranschaulichen die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und zwar zeigt:

Fig. 1 eine Schnittansicht durch einen Düsenkopf mit mehreren Tintenstrahl-Spritzvorrichtungen,

Fig. 2 bis 4 Schnittansichten von Düsenkammern, in denen sich jeweils zwei Aktuatoren befinden,

Fig. 5 und 6 Diagramme mit verschiedenen Ansteuerimpulsen für die Aktuatoren,

Fig. 7 einen Längsschnitt durch eine Tintenstrahl-Spritzvorrichtung und

Fig. 8 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Tintenstrahl-Spritzvorrichtung.

Die Fig. 1 zeigt einen als Düsenplatte 1 ausgebildeten Düsenkopf 2, der — in Nebeneinander-Anordnung — von düsenförmig gestalteten Durchbrüchen 3 durchsetzt ist. Die Durchbrüche 3 bilden Spritzdüsen 4. Die Spritzdüsen 4 sind über Kanäle 5, die in einem Substrat 6 ausgebildet sind, mit Düsenkammern 7 verbunden. Die Düsenkammern 7 stehen mit Tintenzuführkanälen 8 in Verbindung, die in nicht dargestellte Tintenreservoir münden. In ihren, in die Düsenkammern 7 mündenden Endbereichen weisen die Tintenzuführkanäle 8 Rückflußdrosseln 9 auf, die von Tintenzuführkanalabschnitten mit verringertem Querschnitt gebildet werden. Sowohl die Düsenkammern 7, als auch die Tintenzuführkanäle 8 sind in dem bereits erwähnten Substrat 6 ausgebildet, das ferner Träger der Düsenplatte 1 ist.

Innerhalb jeder Düsenkammer 7 befindet sich ein Betätigungselement 10, das von zwei Aktuatoren 11, 12 gebildet ist. Bei den Aktuatoren 11, 12 handelt es sich um Piezo-Elemente, die — in Abhängigkeit von Ansteuerimpulsen einer nicht dargestellten Ansteuerung — ihr Volumen vergrößern bzw. verkleinern. Von den Tintenreservoirn gelieferte Tinte befindet sich jeweils im gesamten, bis zur zugehörigen Spritzdüse 4 gebildeten Hohlraum. Wird nun — durch entsprechende Ansteuerung — das Volumen des Betätigungselements 10 vergrößert, wodurch das für die Tinte jeweils zur Verfügung stehende Volumen in der Düsenkammer 7 verkleinert wird, so wird aus der Spritzdüse 4 ein Tropfen der Tinte bzw. Druckfarbe oder dergleichen herausgespritzt. Die jeweilige Rückflußdrossel 9 verhindert, daß die im System befindliche Tinte nicht in das Tintenreservoir zurückgespeist wird.

Die Spritzdüsen 4 können — nach einem anderen Ausführungsbeispiel — verteilt über einen Flächenbereich der Düsenplatte 1 angeordnet sein; die Ausführung ist also nicht auf eine reihenförmige Anordnung der Spritzdüsen 4 beschränkt. Den einzelnen, in der Fig. 1 ausgebildeten Tintenstrahl-Spritzvorrichtungen wird Tinte unterschiedlicher Farbe zugeführt, so daß ein Mehrfarbenbild erzeugt werden kann.

Um die Größe der gespritzten Tropfen der jeweiligen Tintenstrahl-Spritzvorrichtung wählbar variieren zu können, werden die beiden Aktuatoren 11 und 12 mit entsprechend geeigneten Ansteuerimpulsen der An-

steuerung angesteuert. Die Ansteuerimpulse werden periodisch den einzelnen Aktuatoren 11 und 12 zugeführt, so daß sie mit einer bestimmten Frequenz schwingen. Vorzugsweise wird die Eigenfrequenz der Aktuatoren 11, 12 gewählt, oder eine Frequenz, die nahe der Eigenfrequenz liegt. Wird nun — wie in Fig. 2 dargestellt — der Aktuator 11 mit einem derartigen Ansteuerimpuls beaufschlagt, daß sich sein Volumen verkleinert (gestrichelte Darstellung) und der Aktuator 12 gleichzeitig mit einem Ansteuerimpuls versehen, so daß sich sein Volumen um den gleichen Betrag vergrößert, wie sich das Volumen des Aktuators 11 verkleinert hat, so ändert sich das für die Tinte zur Verfügung stehende Volumen in der Düsenkammer 7 nicht, d. h., es wird kein Tropfen aus der zugehörigen Spritzdüse 4 herausgespritzt.

In Fig. 4 wird ein maximales Tropfenvolumen aus der zugehörigen Spritzdüse 4 herausgespritzt. Hierzu wird der Aktuator 11 mit einem Ansteuerimpuls derart aktiviert, daß er maximal sein Volumen vergrößert. Dies erfolgt gleichzeitig ebenso bei dem Aktuator 12, so daß insgesamt eine maximale Volumenverkleinerung der Düsenkammer 7 auftritt und eine entsprechende Tintenmenge verdrängt wird.

Zwischen den beiden Extremen der Fig. 2 und 4 sind beliebige Zwischenstufen durch entsprechende Ansteuerimpulse der beiden Aktuatoren 11 und 12 wählbar. Beispielsweise ist aus der Fig. 3 ersichtlich, daß das Volumen des Aktuators 11 geringfügig und gleichzeitig das Volumen des Aktuators 12 maximal vergrößert wird, so daß ein Tropfen aus der Spritzdüse 4 austritt, dessen Volumen größer als die Hälfte des maximalen Tropfenvolumens ist.

Die Beispiele der Fig. 2 bis 4 verdeutlichen, daß es durch geeignete Ansteuerung der beiden Aktuatoren 11 und 12 möglich ist, das Tropfenvolumen individuell einzustellen. Hierdurch lassen sich eine hinreichende Anzahl von Farbstufen am zu erzeugenden Farbbild einstellen.

In der Fig. 5 sind verschiedene Ansteuerimpulse gezeigt, wobei die Ansteuerimpulse des Abschnitts a der Ansteuerung der Aktuatoren 11 und 12 der Fig. 2, die Ansteuerimpulse des Abschnitts b den Stellungen der Aktuatoren 11 und 12 der Fig. 3 und die Ansteuerimpulse im Abschnitt c der in der Fig. 4 wiedergegebenen Zustände der Aktuatoren 11 und 12 entsprechen. Auf der Ordinate ist die Amplitude der Ansteuerimpulse und auf der Abszisse die Zeit aufgetragen. Bei den Ansteuerimpulsen der Fig. 5 handelt es sich um sinusförmige Schwingungen; jedoch ist die Erfindung nicht darauf beschränkt. Es kann daher eine entsprechende gewünschte Impulsform zum Einsatz gelangen.

Im Abschnitt a der Fig. 5 heben sich die beiden Impulse auf, d. h., wenn der eine Ansteuerimpuls seinen maximalen positiven Wert aufweist, weist der andere Ansteuerimpuls gerade seinen maximalen negativen Wert auf. Die beiden Aktuatoren 11 und 12 schwingen also 180° phasenverschoben zueinander, so daß keine Wirkung erzielt ist, d. h., das Volumen innerhalb der Düsenkammer 7 bleibt konstant, so daß keine Tinte aus der zugehörigen Spritzdüse 4 ausgespritzt wird.

Im Abschnitt b der Fig. 5 sind die beiden Ansteuerimpulse um einen bestimmten Winkel phasenverschoben, so daß sich die Wirkungen der beiden Aktuatoren 11 und 12 nicht aufheben, jedoch auch nicht einander maximal verstärken, sondern ein Ergebnis zustande kommt, das zwischen den Extremen liegt. Es wird hierdurch ersichtlich, daß durch die Wahl des Winkels der Phasen-

verschiebung eine entsprechende Tropfengröße eingestellt werden kann.

Im Abschnitt c der Fig. 5 überlagern sich die beiden Ansteuerimpulse deckungsgleich, d. h., es liegt eine Phasenverschiebung des Werts 0 vor. Dies führt zu einer maximalen Wirkung, d. h., der ausgestoßene Tropfen weist maximales Volumen auf.

In der Fig. 6 sind weitere Möglichkeiten der Ansteuerung der beiden Aktuatoren 11 und 12 gezeigt. Es werden Ansteuerimpulse verwendet, die keine Sinusform, sondern etwa eine Rechteckform aufweisen. Es ist erkennbar, daß der durchgezogene dargestellte Ansteuerimpuls in den Abschnitten d, e und f der Fig. 6 im positiven Bereich einen relativ kleinen und im negativen Bereich einen relativ großen Impuls bildet. Der jeweils kleine Impuls dient dazu, beispielsweise den Aktuator 11 anzusteuern, dessen Volumen sich verkleinert, wodurch ein Unterdruck in der Düsenkammer 7 entsteht, was die Kapillarwirkung der Tintenzufuhrkanäle unterstützt und zum Ansaugen von Tinte aus dem Tintenreservoir führt. Zusätzlich formt sich dadurch ein gewölbter Tintenmeniskus an der Spritzdüse 4 in Richtung der Farbkamäle 5 aus, der die zeitlich folgende Tropfenbildung positiv beeinflusst. Diese Ansaugung wird bei dem anderen Impuls (gestrichelte Darstellung), der den Aktuator 12 ansteuert, nicht vorgenommen. Dies ist selbstverständlich nicht zwingend und kann bei anderen Ausführungsbeispielen entsprechend variiert werden.

Der im Abschnitt d der Fig. 6 dargestellte Impulsverlauf der beiden Ansteuerimpulse erfolgt mit einer Phasenverschiebung von  $\pi$  und mit gleicher Impulslänge, sowie mit gleicher Impulsamplitude. Eine Variante ist dadurch möglich, daß gemäß der im Abschnitt e der Fig. 6 dargestellten Ansteuerung der Aktuator 12 nicht zum gleichen Zeitpunkt, wie der Aktuator 11 angesteuert wird. Die Anfangszeitpunkte der beiden Ansteuerimpulse liegen also versetzt zueinander, d. h., zunächst wird der Aktuator 11 und später dann der Aktuator 12 angesteuert. Die beiden Amplituden der Ansteuerimpulse sind gleich groß, und die Endzeitpunkte der beiden Ansteuerimpulse fallen zusammen. Insofern ist die Impulsdauer des den Aktuator 11 ansteuernden Impulses größer als die Impulsdauer des den Aktuator 12 ansteuernden Impulses. Ein ausgestoßener Tropfen mit entsprechendem Volumen ist die Folge.

Im Abschnitt f der Fig. 6 ist eine weitere Variante dargestellt. Die beiden Ansteuerimpulse für die Aktuatoren 11 und 12 weisen keine Phasenverschiebung relativ zueinander auf; ihre Impulslängen sind gleich groß. Unterschiedlich sind jedoch ihre Amplituden, wobei die Amplitude des den Aktuator 11 ansteuernden Impulses größer als die Amplitude des den Aktuator 12 ansteuernden Impulses ist. Auch dies führt zu einer entsprechenden Variation in der Tropfengröße.

Aus dem Vorstehenden wird deutlich, daß die zur Einstellung der Tropfengröße dargestellten Maßnahmen einzeln oder in beliebiger Kombination durch entsprechende Wahl der jeweils eingesetzten Ansteuerimpulse einstellbar ist.

Die Fig. 7 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Tintenstrahl-Spritzvorrichtung, die eine Abdeckplatte 13 aufweist und an einem Ende durch eine mit einer Spritzdüse 4 versehenen Frontplatte 14 abgeschlossen wird. An der Frontplatte 14 grenzt eine Düsenkammer 7 an, die in eine Rückflußdrossel 9 mündet, die mit einem Tintenzufuhrkanal 8 in Verbindung steht, der zu einem nicht dargestellten Tintenreservoir führt. Die Membranbereiche 16 der Abdeckplatte 13 sind in-

nerhalb der Düsenkammer 7 mit Aktuatoren 11 und 12 versehen. Bei den Aktuatoren 11 und 12 handelt es sich um Piezo-Elemente, die — mittels entsprechender Ansteuersignale — die Membranbereiche 16 in das Innere der Düsenkammer 7 hineinwölben (gestrichelte Linie) oder nach außen herauswölben (strichpunktierte Linie) können. Auf diese Art und Weise läßt sich das der Tinte zur Verfügung stehende Volumen der Düsenkammer 7 variieren, so daß entsprechende Tropfen aus der Spritzdüse 4 ausgestoßen werden. Die Ansteuerung der beiden Aktuatoren 11 und 12 erfolgt ebenso, wie vorstehend zu den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 6 beschrieben.

Die Fig. 8 zeigt eine Variante des Ausführungsbeispiels der Fig. 7, wobei zwei Düsenkammern 7 mit entsprechenden Spritzdüsen 4, Rückflußdrosseln 9 sowie Tintenzufuhrkanälen 8 in Nebeneinanderanordnung vorgesehen sind. Beiden Düsenkammern 7 ist ein einziger Aktuator 11 zugeordnet, was zur Folge hat, daß dieser Aktuator 11 bei entsprechender Ansteuerung Einfluß auf das Volumen der beiden Düsenkammern 7 nimmt. Ferner weist jede Düsenkammer 7 einen weiteren Aktuator 12 bzw. 15 auf, der jeweils mit separaten Ansteuerimpulsen der Ansteuerung versehen wird. Es wird deutlich, daß die Ansteuerung mittels des Aktuators 11 eine Auswirkung auf beide Düsenkammern 7 hat und daß die jeweils zugeordneten Aktuatoren 12 und 15 individuell auf die jeweilige zugeordnete Düsenkammer 7 einwirken. Trotz zweier Düsenkammern 7 sind aufgrund der Ausgestaltung des Ausführungsbeispiels der Fig. 8 nicht vier Aktuatoren, sondern nur drei Aktuatoren erforderlich. Aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist es möglich, die Durchmesser der ausgestoßenen Tropfen in Stufen oder kontinuierlich von ein bis zwei Mikrometern von einer minimalen Tropfengröße von ca. 10  $\mu\text{m}$  bis auf eine maximale Tropfengröße von ca. 110  $\mu\text{m}$  zu variieren. Hierdurch ist es möglich, eine extreme Vielzahl von Farbabstufungen zu schaffen. Da die Aktuatoren mit Eigenfrequenz oder etwa mit Eigenfrequenz schwingen, liegt eine besonders hohe Tropfenerzeugungsgeschwindigkeit vor.

#### Patentansprüche

1. Tintenstrahl-Spritzverfahren, bei dem in einer Düsenkammer befindliche Tinte oder dergleichen (Druckfarbe) mittels eines das Volumen der Düsenkammer verändernden Betätigungselements zur Erzeugung eines Druckbilds/Farbbilds herausgespritzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß als Betätigungselement (10) mindestens zwei Aktuatoren (11, 12, 15) verwendet werden, die variabel wählbar zeitgleich oder mit einstellbar vorgebbarer Zeitverschiebung/Phasenverschiebung/Phasenlage aktivierbar sind.
2. Tintenstrahl-Spritzverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktuatoren (11, 12, 15) mittels Ansteuerimpulsen einer Ansteuerung mit ihren Eigenfrequenzen schwingen bzw. mit Frequenzen schwingen, die etwa im Bereich ihrer Eigenfrequenzen liegen.
3. Tintenstrahl-Spritzverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerimpulse für jeden Aktuator (11, 12, 15) in ihrer Impulslänge wählbar einstellbar sind.
4. Tintenstrahl-Spritzverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

net, daß die Ansteuerimpulse für jeden Aktuator (11, 12, 15) in ihrer Impulsamplitude wählbar einstellbar sind.

5. Tintenstrahl-Spritzverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anfangszeitpunkte und/oder die Endzeitpunkte der Ansteuerimpulse für jeden Aktuator (11, 12, 15) wählbar einstellbar sind.

6. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung mit einer Düsenkammer, der ein das Volumen der Düsenkammer veränderndes Betätigungselement zum Heraus-spritzen von in der Düsenkammer befindlicher Tinte oder dergleichen (Druckfarbe) zugeordnet ist, und mit einer Ansteuerung (Ansteuervorrichtung) zur Aktivierung des Betätigungselements, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Betätigungselement (10) mindestens zwei Aktuatoren (11, 12, 15) aufweist, und daß die Ansteuerung in ihrer relativen Phasenlage zueinander wählbar veränderbare Ansteuerimpulse für die Aktuatoren (11, 12, 15) liefert.

7. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerung Ansteuerimpulse liefert, die in ihrer Impulsamplitude, Impulsdauer und/oder ihren Anfangs- und/oder Endzeitpunkten wählbar einstellbar sind.

8. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Aktuatoren (11, 12, 15) in der Düsenkammer (7) angeordnet sind.

9. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktuatoren (11, 12, 15) je einen membranartigen Wandbereich (Membranbereich 16) der Düsenkammer (7) beaufschlagen oder bilden.

10. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich ein Aktuator (11) in der Düsenkammer (7) befindet und daß der andere Aktuator (12) einen membranartigen Wandbereich (Membranbereich 16) der Düsenkammer (7) beaufschlägt oder bildet.

11. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Aktuator (11) die membranartigen Wandbereiche (Membranbereich 16) mindestens zweier, aneinandergrenzender Düsenkammern (7) gleichzeitig beaufschlägt bzw. bildet.

12. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktuatoren (11, 12, 15) von Piezo-Elementen gebildet sind.

13. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von einem Tintenreservoir ein Tintenzuführkanal (8) in die Düsenkammer (7) mündet.

14. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Mündungsbereich des Tintenzuführkanals (8) eine Rückflußdrossel (9) angeordnet ist.

15. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückflußdrossel (9) von einem gegenüber dem Querschnitt des Tintenzuführkanals (8) im Querschnitt verengten Kanalabschnitt gebildet ist.

16. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der

vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsenkammer (7) mit einer Spritzdüse (4) verbunden ist.

17. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spritzdüse (4) an einem Düsenkopf (2), insbesondere an einer Düsenplatte (1), ausgebildet ist.

18. Tintenstrahl-Spritzvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenkopf (2) mehrere Spritzdüsen (4), insbesondere in Nebeneinanderanordnung, aufweist, die jeweils mit einer Düsenkammer (7) verbunden sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

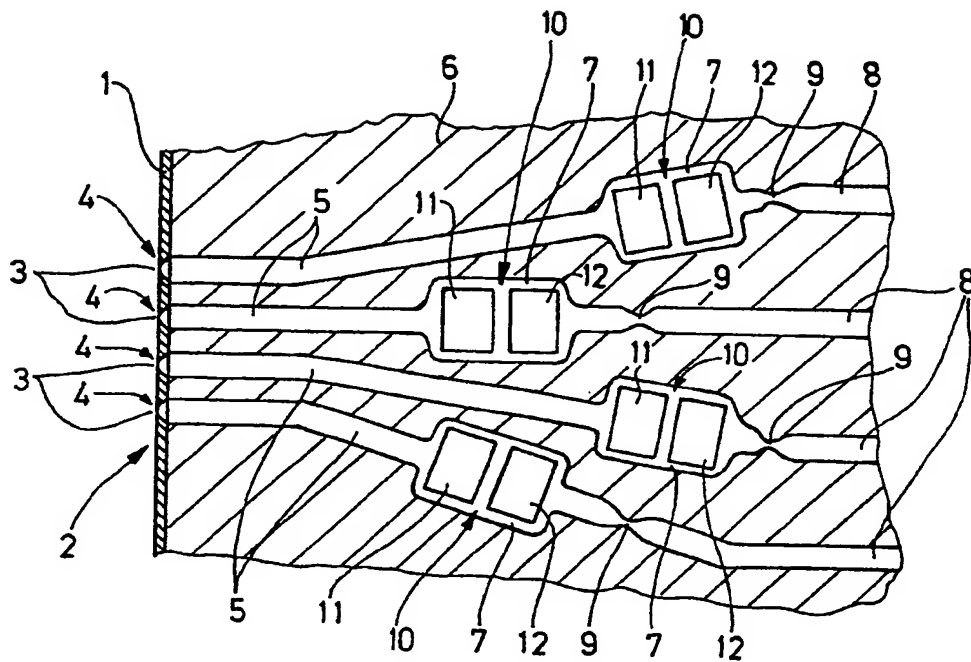


Fig. 1

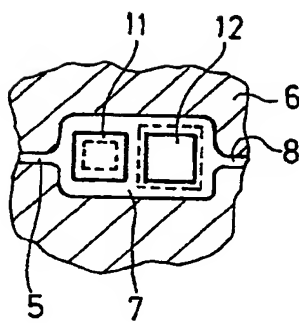


Fig. 2

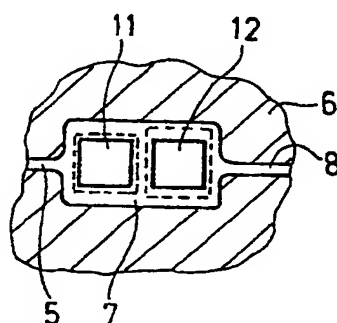


Fig. 3

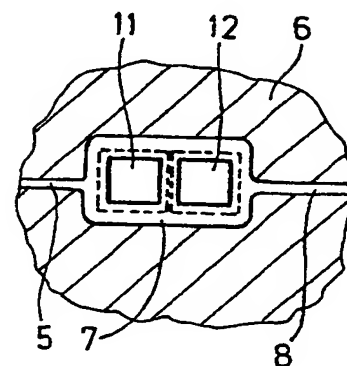


Fig. 4



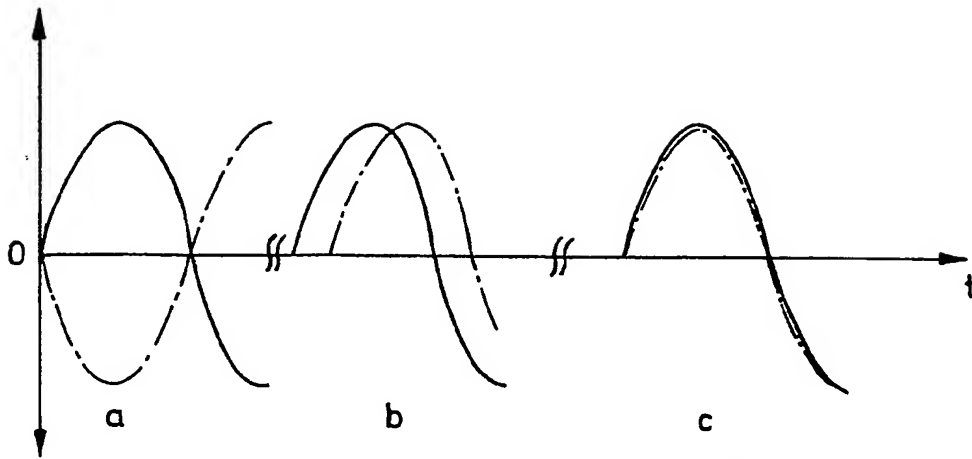


Fig. 5

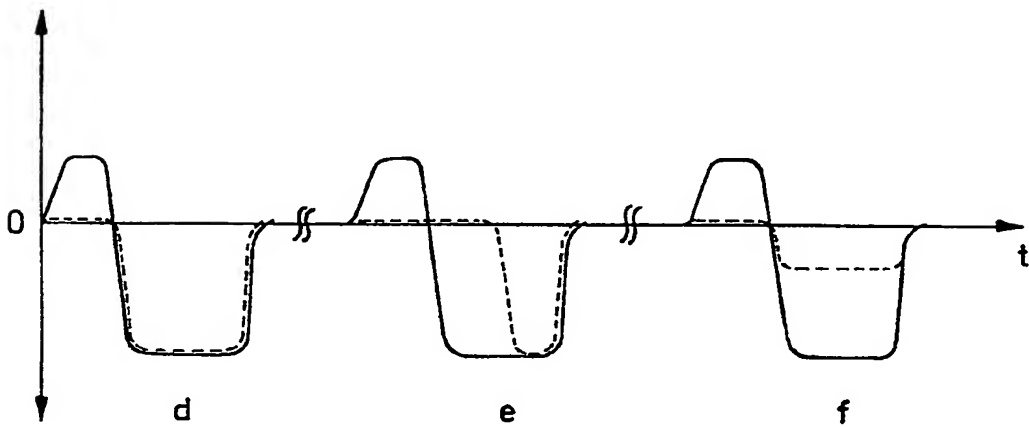


Fig. 6

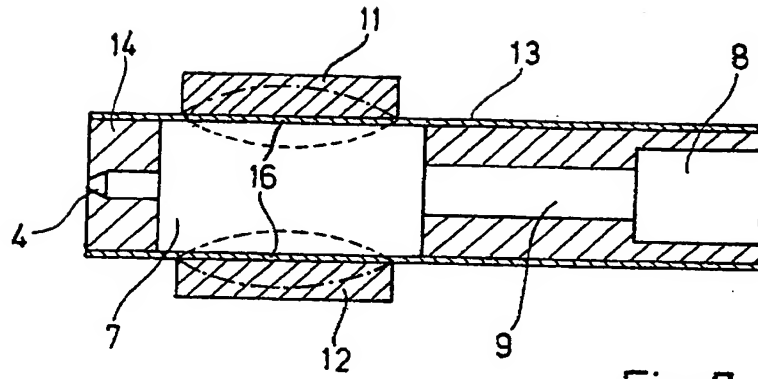


Fig. 7

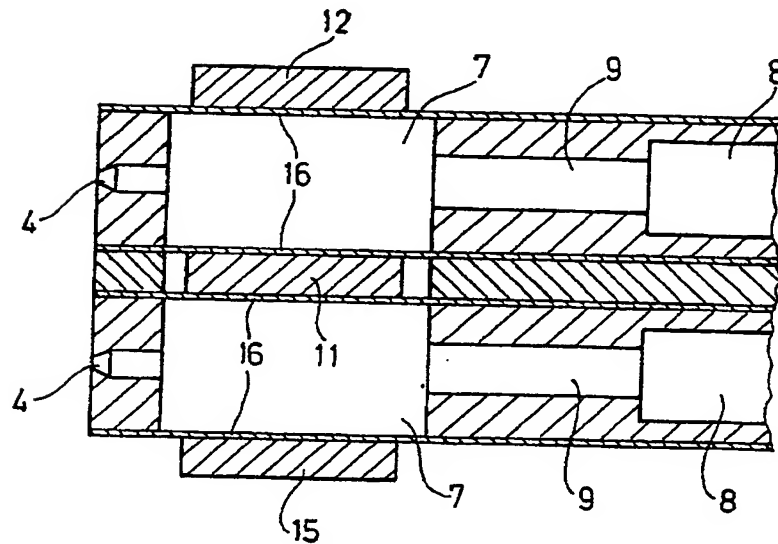


Fig. 8

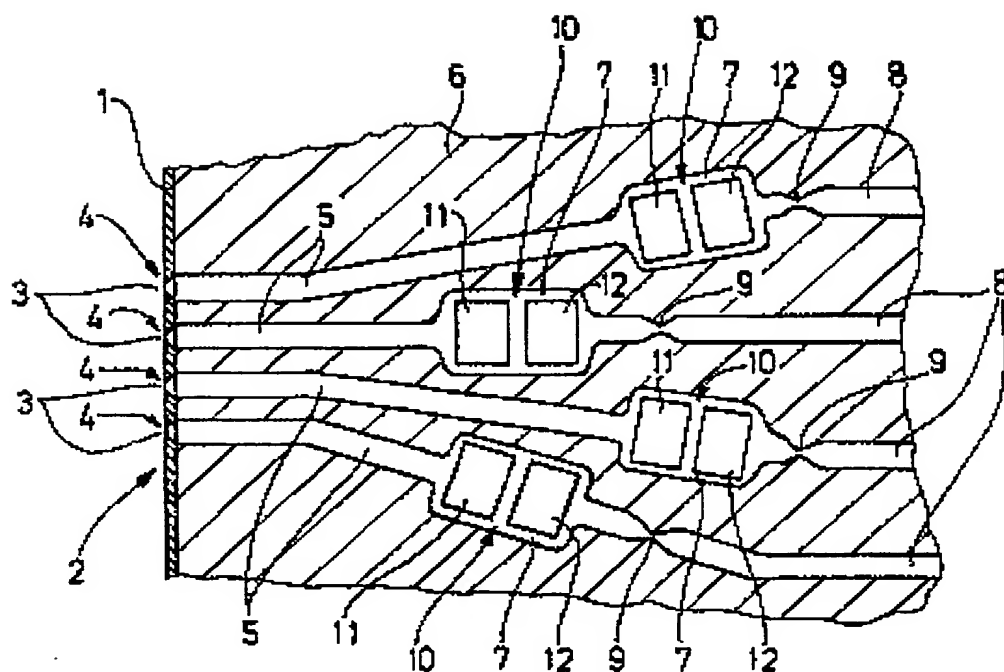


Fig. 1

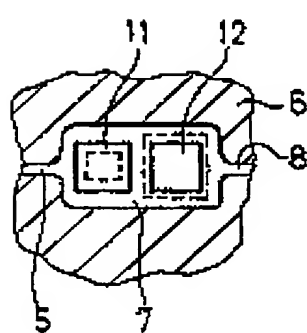


Fig. 2

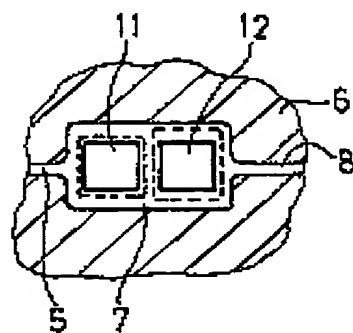


Fig. 3

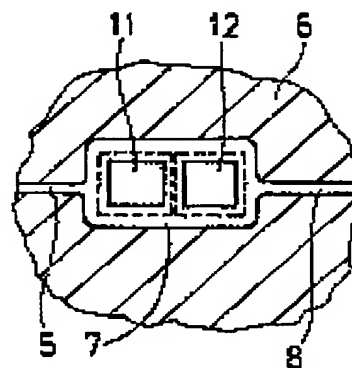


Fig. 4

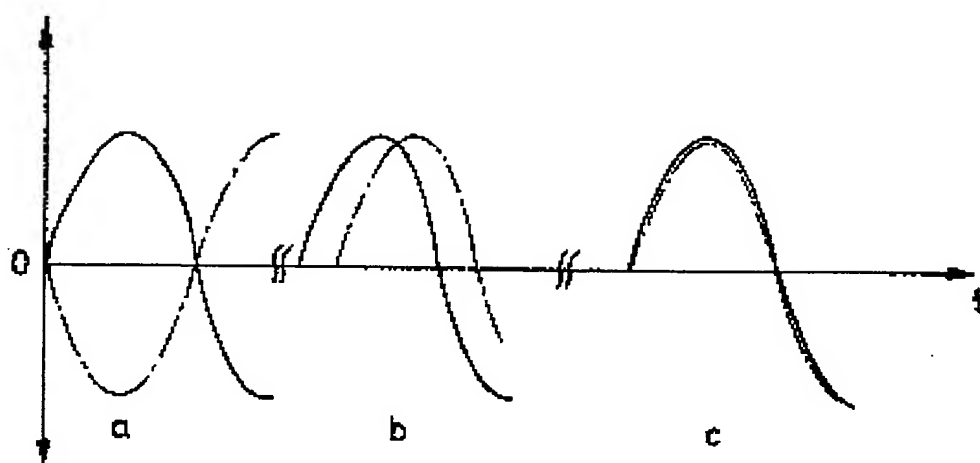


Fig. 5

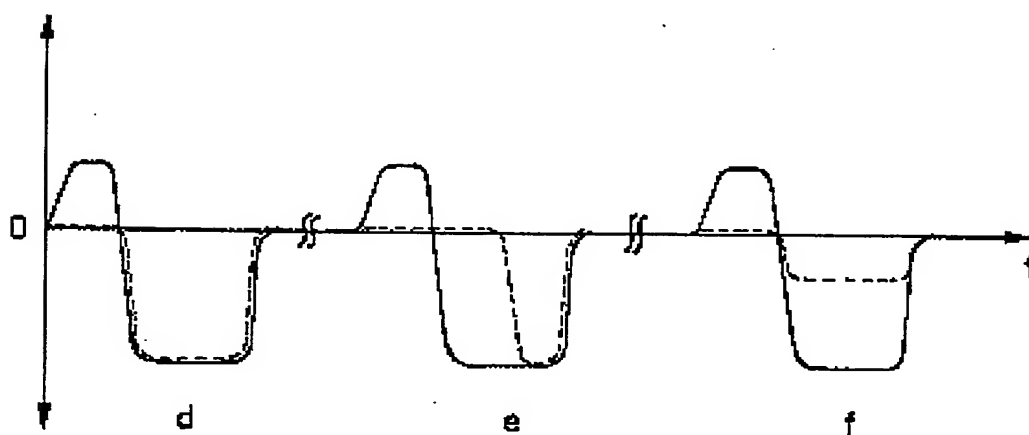


Fig. 6

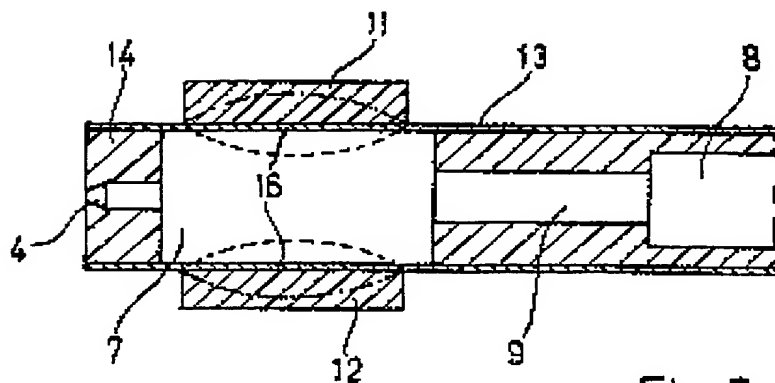


Fig. 7

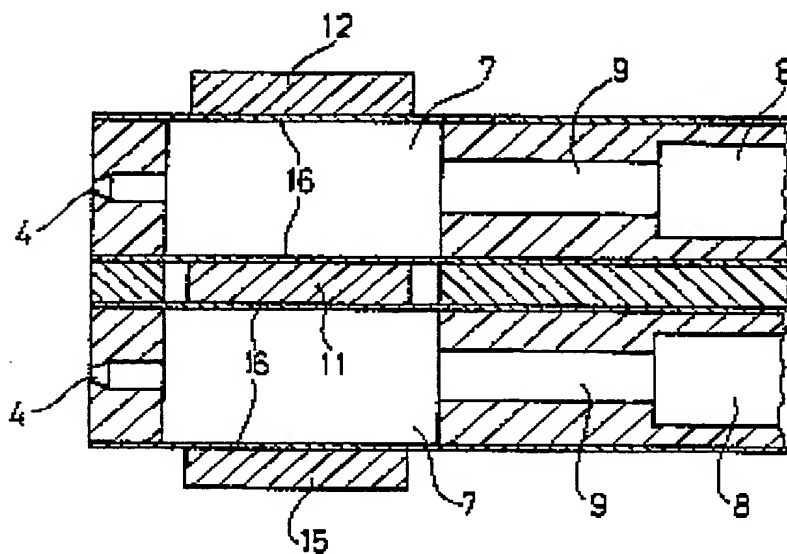


Fig. 8

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**